

Так как питатели работают в условиях высоких температурах и агрессивной окислительной среды их изготавливают из платины, которая обладает высокой температурой плавления – 1769°C и высокой коррозионной стойкостью. Срок их службы достигает 2-3 месяцев в условиях трехменной работы производства.

Уменьшение времени работы до разрушения происходит из-за нарушения технологических параметров установки. Уровень расплава в установке должен поддерживаться постоянным за счет постоянной подачи измельченного сырья. При уменьшении уровня расплава питатель подвергается перегреву, что приводит к уменьшению его работоспособности.

Истечение срока эксплуатации объясняется эрозией поверхности отверстий при взаимодействии с расплавом базальта и общей деформацией за счет явлений ползучести. Из-за этого явления могут появиться трещины, что приводит к протеканию расплава базальта между футеровкой и питателем, а также через трещины в питателе.

В виду дороговизны платины, были проведены исследования возможности использования сплавов, удовлетворяющих необходимым требованиям: высокая температура солидуса, во избежание диффузионной ползучести, и увеличение высокотемпературной прочности. При применении сплавов также повысится жаропрочность по отношению к чистым металлам из-за повышения температуры рекристаллизации.

Изготовление питателей из тугоплавких металлов (W, Mo, Nb, Ta) и их сплавов невозможно из-за высокой окисляемости.

Срок службы питателей из жаропрочных сталей 08X18H10T(ЭИ 914) и 20X25H19C2 ограничился 2 днями, что объясняется низкой температурой поверхности солидуса (1430°C и 1390°C, соответственно), которая из-за содержания углерода будет еще ниже.

Питатель, изготовленный из нихрома Х20Н80, также не показал высокой стойкости. Температура солидуса составляет 1400°C, что позволяет увеличить время использования до 3-4 дней.

Низкая стойкость сталей содержащих никель, кроме низкой температуры солидуса, может объясняться взаимодействием основных окислов никеля с кислой окисной средой базальта, что также приводит к усиленной эрозии поверхности отверстий питателя.

Элементы в системе железо-хром образуют неограниченный ряд твердых растворов при содержании хрома свыше 12%. Минимальная температура солидуса для сплава содержащего 22-23% хрома составляет 1510°C. Поэтому питатели, изготовленные из стали 15X25Т(ЭИ 439), работают без разрушения 20-30 дней, что экономично более выгодно, нежели применение платиновых питателей.

Однако питатели из стали 15X25Т выходят из строя за счет эрозии отверстий для пропускания расплава. Подвергаясь эрозии, отверстия увеличиваются до диаметра 2-х и более миллиметров, что часто ведет к их соединению, и как следствие – брак продукции, так как волокно становится очень грубым. Кроме этого, отверстия теряют правильную форму, происходит рост зерна. Окислы, сосредотачиваясь по границам зерен, приводят к резкому охрупчиванию стали.

Было предложено провести диффузионное хромирование, для повышения срока работы питателей, изготовленных из стали 15X25Т, за счет увеличения содержания хрома в поверхностной зоне отверстий.

Для исследования влияния диффузионного хромирования на эрозионную стойкость провели насыщенные образцов смесями различного состава при температуре 1050°C в течение 5 часов.

Составы хромирующих смесей:

1. 100 % (50 % феррохрома марки Х75+50%Al₂O₃)+1,5%NH₄Cl;
2. 100 % (30 % Al₂O₃+21%Al+49%Cr₂O₃)+0,5%NH₄Cl – алюмотермическая смесь.

Толщина хромированного слоя, полученного в смеси 2 составляет 120-130 мкм. Структура слоя состоит из α-твердого раствора и небольших включений σ-фазы в поверхностной части слоя.

Смесь 1 оказалась более активной, толщина слоя составляет 140-150 мкм. Структура состоит из основной зоны α-твердого раствора и поверхностной зоны σ-фазы (FeCr), что свидетельствует о содержании в поверхностной зоне около 50% хрома.

Это позволяет свести к минимуму влияние агрессивной окислительной среды, тем самым увеличить эксплуатационные показатели.

УДК 539; 537.8

Экспериментальное изучение наноструктуры алюминиевых литейных сплавов

Студенты гр. 641251 Шеленева О.В., гр. 631251 Ермолаев А.В.

Научный руководитель – Вальтер А.И.
Тульский государственный университет
Россия, Тула

Повышение качества сплавов имеет первостепенное значение для всех отраслей современного машиностроения, так как позволяет увеличить срок службы изделий, снизить их металлоемкость. Решение этой

задачи без применения современных нанотехнологий, позволяющих разрабатывать новые материалы на микроуровне невозможно.

Свойства литых алюминиевых сплавов могут зависеть не только от концентрационной неоднородности дендритных ячеек алюминиевого твердого раствора, но и от внутреннего строения – субструктуры. Основные количественные параметры субструктуры – плотность дислокаций ρ , средний линейный размер субзерен d' или дислокационных ячеек d'' , средний угол разориентировки по их границам θ . Внутри дендритных ячеек в процессе охлаждения ниже температуры солидуса и при последующей гомонизации могут образовываться вторичные выделения избыточных фаз, которые характеризуются средним линейным размером m_{BT} и плотностью распределения Λ_{BT} .

Основным современным методом исследования субструктуры является дифракционная электронная микроскопия.

Свойства литых алюминиевых сплавов могут зависеть не только от концентрационной неоднородности дендритных ячеек алюминиевого твердого раствора, но и от их внутреннего строения – субструктуры. Под субструктурой понимается внутренне строение дендритных ячеек первичных кристаллов алюминиевого твердого раствора.

Электронно-микроскопический анализ показал, что дислокационная структура существенно зависит от состава сплава. Условно наблюдавшиеся разновидности дислокационной структуры разделены на четыре типа: ячеистую, субзеренную, смешанную (ячеисто-субзеренную) и нерегулярную.

Тип дислокационной структуры в многокомпонентных промышленных сплавах определяется основными легирующими элементами, в относительно больших количествах содержащимися в алюминиевом твердом растворе. Другие легирующие элементы и примеси слабо влияют на характер субструктуры и общую плотность дислокаций.

Обработка полученных изображений и определение линейных размеров осуществлялось с помощью программного модуля *Image analysis*, входящего в состав программы управления микроскопом *Smena*.

Минимальный размер включений ~ 70 нм (рис. 1 и 2). Включения размером 0,7-2 мкм составляют 3 - 40%. Распад алюминиевого раствора, пересыщенного легирующими элементами при неравновесной кристаллизации, может протекать как во время изотермической выдержки при гомогенизационном отжиге, так и в процессе достаточно медленного после ее окончания.

При наличии в алюминиевом сплаве переходных металлов таких как, марганец, титан продукты распада пересыщенного в результате неравновесной кристаллизации алюминиевого раствора сохраняются в структуре при любых режимах гомогенизации. Это связано с малой скоростью диффузии переходных металлов в алюминии и сохранением их внутрикристаллитной ликвации после отжига.

В сплавах, содержащих марганец, его вторичные алюминиды, образующиеся во время во время изотермической выдержки при температурах 380 – 560 °С, концентрируются в основном на периферии дендритных ячеек, где повышена концентрация марганца. В приграничных районах, обедненных марганцем, эти включения не образуются.

Частицы включений тормозят движение дислокаций, тем самым, обеспечивая повышение прочности сплава. Включения размером 50 – 100 нм образуются в Al – матрице при кристаллизации расплава.

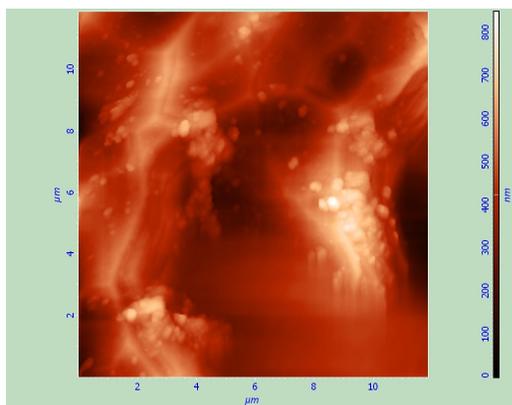


Рисунок 1

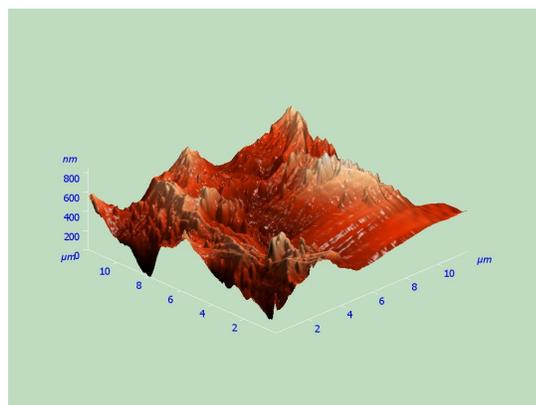


Рисунок 2

Размер блоков микроструктуры находится в пределах 0,6 – 1,2 мкм. При этом особенностью дисперсно наполненных композиционных материалов, к которым в первом приближении можно отнести и рассматриваемый сплав, является наличие межфазных границ, которые включают в себя и высокопрочный оксид алюминия (рис. 3 и 4).

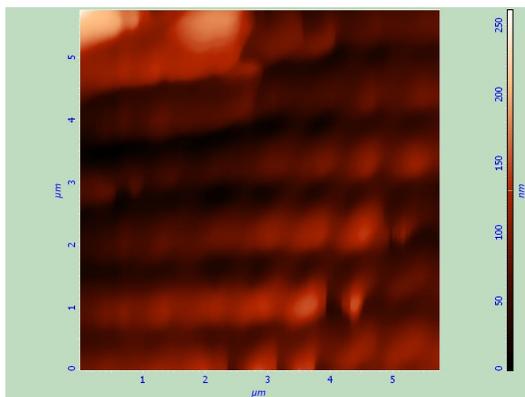


Рисунок 3

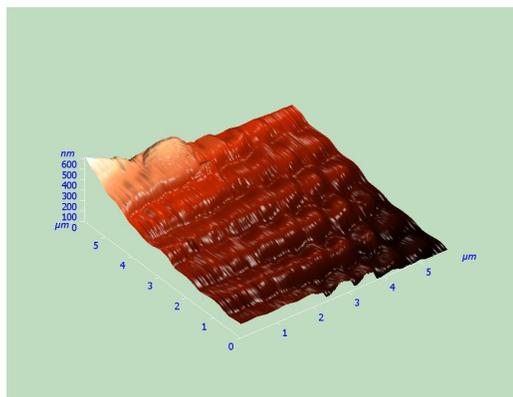


Рисунок 4

С одной стороны, прочность связи по этим границам определяет функционирование материала, как конструкционного. С другой стороны, границы раздела при внешнем воздействии на материал служат источником развития таких физико-химических процессов, как локализация пластического деформирования и тепловых эффектов, механическое легирование и появление новых фаз, в том числе и наноразмерного диапазона, дробление и перераспределение частиц, разрушение и восстановление связей «частица-матрица», что, в конечном счете, ведет к наноструктурированию материала.

Образование наноструктуры неразрывно связано и с электронным строением, как основного металла, так и легирующих элементов. Для оценки металлических растворов с теми или иными межатомными связями необходимо знание радиусов атомов, соответствующих этим межатомным связям.

УДК 669.018:669.046.5

Влияние железа на морфологию силуминов

Студент гр. 104125 Ефремов А.А.

Научный руководитель – Волочко А.Т.

Научный консультант – Изобелло А.Ю.

Белорусский национальный технический институт
г. Минск

Целью настоящей работы является: минимизация вредного влияния железосодержащих фаз, проведение рафинирования.

Промышленные силумины являются гетерофазными сплавами, и их свойства во многом определяются формой включений эвтектического кремния и железосодержащих фаз.

Появление железосодержащих фаз обусловлено примесью железа, которая, как правило, находится в силуминах в максимально допустимых концентрациях. Основным источником насыщения алюминиевых расплавов железом являются чугуны тигли раздаточных и плавильных печей, заливочные ковши, переплавляемый алюминиевый лом, содержащий стальные вкладыши и элементы крепления, не удаляемые перед плавкой.

Минимизация вредного влияния железосодержащих фаз наблюдается после легирования расплава марганцем, хромом, молибденом; использования высоких скоростей охлаждения; оттаивания под действием сил тяжести; направленной кристаллизации; фильтрации и некоторых других способов.

Нами была проведена оценка возможности отделения железосодержащих фаз с помощью легирования алюминий-марганцевой лигатурой и фильтрации сплава через ячеистый керамический фильтр с размером ячейки 1,05-2 мм и толщиной 2-3 мм (рисунок 1). Исследования проводили на алюминиевом сплаве АК12М2МгН с содержанием железа около 3,5 %.